

การพัฒนาและประเมินคุณสมบัติของสูตรตำรับโลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) ที่มีสารสกัดเหง้าไพลต่อการปรับผิวกระจ่างใสและการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว

มานิตา จิระสกุลไทย¹, จุฑามณี สายทอง¹ และ อรุณรัตน์ ลัณฐิติกวินสกุล^{1*}

¹สาขาวิชาเคมีเวชสำอาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

*arunrat28@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินคุณสมบัติของสูตรตำรับโลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) ที่มีสารสกัดเหง้าไพลร้อยละ 0.2 โลชันมีลักษณะเนื้อเนียนสีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะของไพล และค่า pH เท่ากับ 6.26 หลังจากการทดสอบความเสถียรแบบเร่งด้วยการสลับอุณหภูมิต่ำและสูงไม่พบการแยกชั้น โดยเนื้อสัมผัสและกลิ่นยังคงเดิม แต่โลชันมีสีเหลืองจางลงและค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย การประเมินการปรับผิวกระจ่างใสและเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวโดยทดสอบในอาสาสมัครจำนวน 20 คน ประกอบด้วยเพศชาย 3 คน และเพศหญิง 17 คน อายุระหว่าง 21-22 ปี เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ วัดค่าดัชนีเมลานิน (Melanin Index, MI) และค่าความชุ่มชื้น (hydration, AU) ก่อนและหลังการใช้ ผลพบว่าค่า MI ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (-11.67; $p < 0.05$) แสดงถึงผิวมีความกระจ่างใสเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (+14.37; $p < 0.05$) แสดงถึงประสิทธิภาพในการเก็บกักน้ำและลดความแห้งกร้านของผิว และการประเมินความพึงพอใจ 5 ระดับ พบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่ให้คะแนนสูงในด้านเนื้อสัมผัส การซึมเข้าสู่ผิว ความไม่เหนอะหนะ และความชุ่มชื้น แต่คะแนนด้านการปรับผิวกระจ่างใสอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นสูตรตำรับโลชันชนิด O/W ที่มีสารสกัดเหง้าไพลมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นและปรับผิวให้กระจ่างใส อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อยอดเพื่อปรับปรุงสูตรตำรับและยืนยันผลลัพธ์ในกลุ่มอาสาสมัครที่มากขึ้นเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล

คำสำคัญ: ไพล อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ผิวกระจ่างใส สารให้ความชุ่มชื้น

Development and evaluation of O/W lotion containing *Zingiber montanum* rhizome extract for skin brightening and hydration effects

Manita Jirasakulthai¹, Juthamane Saytong¹ and Arunrat Sunthitikawinsakul^{1*}

¹Cosmeceutical Chemistry Program, Faculty of Science and Technology,

Nakhon Pathom Rajabhat University

*arunrat28@webmail.npru.ac.th

Abstract

This study aimed to develop and evaluate the properties of an oil-in-water (O/W) lotion formulation containing 0.2% *Zingiber montanum* (phlai) rhizome extract for its effects on skin brightening and hydration. The lotion exhibited a smooth yellow texture, a characteristic phlai odor, and a pH of 6.26. Accelerated stability testing under alternating low and high temperatures showed no phase separation, with texture and odor remaining unchanged, although the yellow color became lighter and the pH increased slightly. The evaluation of skin brightening and hydration was conducted in 20 volunteers, consisting of 3 males and 17 females aged between 21 and 22 years, over a 4-week period. Melanin Index (MI) and skin hydration (AU) were measured before and after product application. Results revealed that MI decreased significantly (-11.67 ; $p < 0.05$), indicating improved skin brightness, while hydration increased significantly ($+14.37$; $p < 0.05$), demonstrating the lotion's efficacy in enhancing water retention and reducing skin dryness. A five-point satisfaction assessment showed that most volunteers rated texture, absorption, non-stickiness, and hydration highly, although scores for skin brightening remained moderate. In conclusion, the O/W lotion containing phlai rhizome extract has potential as a skincare product to improve hydration and skin brightness. Nevertheless, further studies with larger sample sizes are recommended to optimize the formulation and confirm the findings for greater reliability.

Keywords: *Zingiber montanum*, O/W emulsion, Skin brightening, Moisturizer

1. บทนำ

ผิวหนังเป็นอวัยวะที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย ประกอบด้วยผิวหนังชั้นหนังกำพร้า (epidermis) อยู่ชั้นนอกสุด ทำหน้าที่ช่วยปกป้องผิวจากสารพิษ เชื้อแบคทีเรีย และการสูญเสียน้ำ ถัดไปเป็นผิวหนังชั้นหนังแท้ (dermis) มีเส้นใยคอลลาเจน (collagen) และอีลาสติน (elastin) ให้ความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ทำให้ผิวดูอ่อนเยาว์ นอกจากนี้ยังมีต่อมไขมัน ต่อมเหงื่อ และขุมขนกระจายอยู่ทั่วไป และชั้นไขมัน (subcutis) อยู่ชั้นล่างสุด [1] ผิวหนังมีหน้าที่สำคัญในการปกป้องร่างกายจากสิ่งแวดล้อมภายนอก รวมถึงช่วยควบคุมสมดุลและอุณหภูมิภายในร่างกาย แต่ปัจจัยต่าง ๆ เช่น รังสีอัลตราไวโอเลต (ยูวี) มลภาวะ และอายุที่มากขึ้น เป็นต้น เป็นสาเหตุสำคัญทำให้ผิวหมองคล้ำ แห้งกร้าน และเกิดริ้วรอยก่อนวัย ซึ่งปัญหาเหล่านี้ป้องกันได้โดยการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่ช่วยลดริ้วรอย ปกป้องผิวจากรังสียูวี เพื่อให้ผิวกระจ่างใสและเพิ่มความชุ่มชื้น

โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติและสมุนไพรที่มีความปลอดภัย ได้รับกระแสความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

โพลมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber montanum* (ชื่อพ้องวิทยาศาสตร์ว่า *Z. cassumunar*) เป็นพืชล้มลุกอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae โพลเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาเครื่องสำอางและเวชสำอาง ทางภูมิปัญญาท้องถิ่นเหง้าโพลมีสรรพคุณบรรเทาอาการอักเสบ ปวดเมื่อย สมานแผล และรักษาโรคผิวหนัง [2] พบองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในเหง้าโพล ได้แก่ กลุ่มน้ำมันหอมระเหย [3] ฟีนิลบิวทีนอยด์ (phenyl butenoids) ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenyl propanoids) และเคอร์คิวมินอยด์ (curcuminoids) ซึ่งสารเหล่านี้มีออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ ช่วยชะลอวัย ลดการอักเสบ ปรับผิวกระจ่างใส และเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase) ลดการสร้างเม็ดสีเมลานิน (melanin) ช่วยลดความหมองคล้ำของผิว และยับยั้งเอนไซม์ elastase กระตุ้นคอลลาเจน ช่วยลดการเกิดริ้วรอย [4-6] นอกจากนี้ พบสาร DY-8 เป็นเปปไทด์ ที่ยับยั้งเอนไซม์ tyrosinase [7]

ถึงแม้จะมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาสารออกฤทธิ์จากเหง้าโพลทดสอบทางเภสัชวิทยา แต่การวิจัยนำสารสกัดเหง้าโพลใส่ในผลิตภัณฑ์มีจำนวนน้อย ในปี 2012 Panya Sunintaboon et al. [8] ทดลองทำอิมัลชัน (emulsion) ของน้ำมันโพล โดยใช้ไคโทซาน (chitosan) และโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (sodium dodecyl sulfate) เป็นตัวช่วยให้น้ำมันกระจายตัวในน้ำ ซึ่งทำในขั้นตอนเดียว ในปี 2015 Jirapornchai Suksaeree et al. [9] พัฒนาแผ่นแปะสมุนไพรมีส่วนประกอบของน้ำมันโพลสำหรับใช้กับผิวหนังช่วยบรรเทาอาการอักเสบ และในปี 2025 Wulansari et al. [6] พัฒนาสูตรครีมบำรุงผิวชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W emulsion) ที่มีสารสกัดเหง้าโพลร้อยละ 0.5 เนื้อครีมมีสีเหลืองเข้มและมีกลิ่นโพลชัดเจน และค่า pH เท่ากับ 4.368 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ pH ที่เหมาะสมกับผิวคือในช่วง 4.5-6.5

ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวในรูปแบบโลชันชนิด O/W เป็นที่น่าสนใจ เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสเบา ซึมง่าย ไม่เหนียวเหนอะหนะ และสามารถผสมสารออกฤทธิ์ที่ละลายน้ำและน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินคุณสมบัติของโลชันชนิด O/W ที่มีสารสกัดเหง้าโพลร้อยละ 0.2 โดยมุ่งเน้นการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของโลชัน รวมถึงการประเมินช่วยปรับผิวกระจ่างใสและเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว ซึ่งองค์ความรู้ใหม่ที่ได้นี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาสูตรที่มีโพลเป็นสารออกฤทธิ์ธรรมชาติในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและเวชสำอางที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการใช้สมุนไพรไทยในการสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐกิจและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาสูตรตำรับโลชันชนิด O/W ที่เหมาะสมที่มีสารสกัดเหง้าโพลเป็นสารออกฤทธิ์
- 2) เพื่อประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและตรวจสอบความเสถียรของโลชันที่มีสารสกัดเหง้าโพลเป็นสารออกฤทธิ์
- 3) เพื่อตรวจสอบความสามารถของโลชันที่มีสารสกัดเหง้าโพลเป็นสารออกฤทธิ์ในการปรับผิวกระจ่างใสและเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว
- 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อโลชันที่มีสารสกัดเหง้าโพลเป็นสารออกฤทธิ์ทดสอบโดยอาสาสมัคร

3. ขอบเขตของงานวิจัย

การพัฒนาโลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่มีสารสกัดเหง้าโพลจากเหง้าโพลร้อยละ 0.2 เป็นสารออกฤทธิ์ แล้วตรวจสอบชนิดอิมัลชันและขนาดอนุภาค ศึกษาเฉพาะคุณสมบัติทางกายภาพของโลชัน ได้แก่ ลักษณะทั่วไป ความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity) ค่า pH ความหนืด (viscosity) และความเสถียรของสูตร รวมทั้งประเมินคุณสมบัติความสามารถในการปรับผิวกระจ่างใสและการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเตรียมสารสกัดเหง้าไพล

เหง้าไพลสดเก็บจากตำบลศรีมงคล อำเภอยะโยค จังหวัดกาญจนบุรี เดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 นำเหง้าไพลสดมาล้างปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้น นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้ง จากนั้นบดด้วยเครื่องบดพืช จนละเอียดและร่อนผ่านตะแกรง นำผงเหง้าไพล 150 กรัม นำมาแช่ที่อุณหภูมิห้องด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร เป็นเวลา 84 วัน แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารสกัดทั้งหมดมาระเหยตัวทำละลายออกจนกระทั่งแห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน จะได้สารสกัดหยาบเอทานอล นำมาคำนวณหาร้อยละผลได้ (%yield) ตามสมการ (1)

$$\text{ร้อยละผลได้ (\%yield)} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดหยาบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักพืชแห้ง (กรัม)}} \times 100 \quad (1)$$

4.2 การพัฒนาสูตรตำรับโลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W lotion)

สูตรตำรับโลชั่นชนิด O/W ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

Part A (เฟสน้ำ): น้ำบริสุทธิ์เป็นตัวทำละลายหลัก พร้อมด้วยอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) เป็นสารทำให้เกิดอิมัลชัน ได้แก่ polysorbate-20 หรือ cetareth-10 ร่วมกับสารให้ความชุ่มชื้น (humectant) ได้แก่ glycerin และ butylene glycol เพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของผิว นอกจากนี้ยังมีการเติม EDTA-4Na ทำหน้าที่เป็นสารจับไอออนโลหะ (chelating agent) และ allantoin เพื่อช่วยลดการระคายเคืองของผิว (soothing agent)

Part B (เฟสน้ำมัน): ประกอบด้วย cetyl alcohol เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด (thickener) และสารเสริมการเกิดอิมัลชัน (co-emulsifier) ร่วมกับ stearic acid ซึ่งช่วยเสริมการเกิดอิมัลชันและทำให้เนื้อคงตัว (stabilizer) ส่วนประกอบอื่น ได้แก่ mineral oil เป็นสารบำรุงผิว (emollient) และสารเคลือบผิว (occlusive agent) caprylic/capric triglyceride ซึ่งมีบทบาททั้งเป็นสารบำรุงผิว สารเคลือบผิว และตัวพาสารออกฤทธิ์ และ isopropyl myristate ที่ช่วยให้ผิวสัมผัสนุ่มลื่นและลดความเหนอะหนะของสูตร

Part C: วิตามินอี เป็นสารกันหืน (antioxidant) เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของน้ำมันในสูตร

Part D: สารสกัดจากเหง้าไพล (ร้อยละ 0.2) เป็นสารออกฤทธิ์หลัก มีคุณสมบัติ antioxidant, anti-inflammatory และ tyrosinase inhibitor

Part E: สารกันเสีย (preservative) เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

วิธีการเตรียมโลชั่น ดังนี้ ละลายส่วนประกอบทั้งหมดใน part A (น้ำ) และ part B (น้ำมัน) ให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องอ่างไอน้ำที่อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส จากนั้นค่อย ๆ เท part B (น้ำมัน) ลงใน part A (น้ำ) ขณะปั่นที่ความเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10-15 นาที จนโลชั่นเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติม part C, D และ E ลงในโลชั่นขณะมีอุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส แล้วตั้งทิ้งให้โลชั่นเย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปทดสอบต่อไป

4.3 การทดสอบชนิดอิมัลชันน้ำมันในน้ำ (O/W) และวัดขนาดอนุภาค

การจำแนกชนิดอิมัลชันแบบ O/W ใช้วิธีการทดสอบสีย้อมละลายน้ำ (water-soluble dye test) โดยอ้างอิงจาก Gawade et al. (2024) [10] ซึ่งทำการหยดสารละลายเมทิลินบลูเข้มข้นร้อยละ 0.05 (w/v) 2 หยด ลงในโลชั่น จากนั้นกวนให้เข้ากันและสังเกตการกระจายตัวของสีย้อม หากสีย้อมสามารถกระจายตัวได้อย่างสม่ำเสมอภายในโลชั่น แสดงว่าเป็นอิมัลชันชนิด O/W แต่หากสีย้อมกระจายตัวไม่ดีและไปเกาะอยู่ในเฟสน้ำมัน แสดงว่าเป็นอิมัลชันชนิด W/O

การวัดขนาดอนุภาคของโลชั่นที่ย้อมด้วยสารละลายเมทิลินบลูโดยการใช้อัลตร้าจูลทราสค์แบบแสง ก่อนการวัดได้ทำการสอบเทียบ ocular micrometer กับ stage micrometer ภายใต้กำลังขยายที่ใช้จริง (เลนส์ออบเจกทีฟ 100 × ร่วมกับเลนส์ตา 10× รวมเป็นกำลังขยายทั้งหมด 1000×) เพื่อกำหนดค่าความยาวจริงต่อหนึ่งช่องสเกล จากนั้นนำตัวอย่างโลชั่นปริมาณเล็กน้อยหยดลงบนกระจกสไลด์โดยใช้ไม้จิ้มฟัน ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ และหยदन้ำมัน immersion บนกระจกปิด

สไลด์ จากนั้นส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1000× อนุภาคที่เลือกวัดจะถูกอ่านจำนวนช่องบน ocular micrometer และคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคตามสมการ (2) และ (3)

$$\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค (ไมครอน, } \mu\text{m)} = \text{อนุภาคที่นับได้ (ช่อง)} \times \text{ค่าการสอบเทียบ (} \mu\text{m ต่อช่อง)} \quad (2)$$

$$\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาค (} \mu\text{m)} = \text{ผลรวมค่าที่วัดได้ทั้งหมด (} \mu\text{m)} / \text{จำนวนอนุภาคที่วัด} \quad (3)$$

4.4 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

ตรวจสอบลักษณะทั่วไป ได้แก่ สี โดยการสังเกตด้วยตาเปล่าและวัดด้วยเครื่องวัดสีระบบ CIE Hunter L*a*b* กลิ่น โดยการดมโดยตรง และเนื้อสัมผัส โดยการเกลี่ยโลชันบนผิวเพื่อประเมินความรู้สึกสัมผัส ความเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้ไม้พาย ตักโลชัน แล้วปาดลงบนแผ่นอะคริลิกทึบสีขาว เพื่อดูความสม่ำเสมอของเนื้อโลชัน ค่า pH โดยเครื่องวัด pH และค่าความหนืด (cP) ที่ 25 องศาเซลเซียส โดยเครื่องวัดความหนืด Brookfield รุ่น LV-01 ใช้หัวเข็มเบอร์ 61

4.5 การตรวจสอบความเสถียร

4.5.1 การปั่นเหวี่ยง (centrifuge test)

แต่ละสูตรที่ปรับจะนำมาประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและทดสอบความเสถียรเบื้องต้นโดยการปั่นเหวี่ยง วิธีการอ้างอิงจาก TN Cosmeceutical (2024) [11] โดยนำโลชัน 5-10 กรัม ใส่ในหลอดหมุนเหวี่ยง โดยให้ความสูงประมาณ 2 ใน 3 ของหลอด แล้วนำไปหมุนที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นสังเกตการแยกชั้นและการตกตะกอน

4.5.2 การเร่งด้วยการสลับอุณหภูมิต่ำและสูง (Heating/Cooling cycle)

ดัดแปลงวิธีการอ้างอิงจาก Sirilak Thongnuch (2019) [12] โดยเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เท่ากับ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และอุณหภูมิสูง เท่ากับ 45 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จำนวน 4 รอบ แล้วนำตัวอย่างมาวางให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป (ได้แก่ สี กลิ่น ความเป็นเนื้อเดียวกัน และการแยกชั้น) ค่า pH และค่าความหนืด เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

4.6 การตรวจสอบความสามารถในการปรับผิวกระจ่างใสและการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว

อาสาสมัครจำนวน 20 คน ประกอบด้วยเพศชาย 3 คน และเพศหญิง 17 คน อายุระหว่าง 21-22 ปี โดยไม่มีประวัติการแพ้ผลิตภัณฑ์ดูแลผิวและไม่มีปัญหาผิวหนังรุนแรง ก่อนเริ่มการทดลอง อาสาสมัครได้รับคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินงาน ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น และประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการ อาสาสมัครได้รับคำแนะนำให้ทาโลชันในปริมาณ 0.5 กรัม บริเวณแขนด้านใน วันละ 1 ครั้งหลังอาบน้ำ ต่อเนื่องเป็นเวลา 4 สัปดาห์ การประเมินสภาพผิวดำเนินการก่อนเริ่มการทดลองและหลังครบ 4 สัปดาห์ โดยใช้เครื่องตรวจสอบสภาพผิวหนังระบบรุ่น Cutometer® Dual MPA 580 ใช้ร่วมกับหัววัดความเข้มของสีผิว (Mexameter probe ขนาด 13 เซนติเมตร × เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เซนติเมตร) เพื่อวัดค่าดัชนี เมลานิน (Melanin Index, MI) และหัววัดความชุ่มชื้นของผิว (Corneometer probe ขนาด 11 เซนติเมตร และพื้นที่วัดไม่เกิน 50 ตารางมิลลิเมตร) เพื่อวัดค่าความชุ่มชื้น (hydration) หน่วย Arbitrary Units (AU) โดยทำการวัด 3 ซ้ำ

การเตรียมผิวก่อนการทดสอบ ให้อาสาสมัครล้างผิวด้วยผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่กำหนด เช็ดผิวให้แห้งด้วยกระดาษไม่ทอ และพักในห้องปรับอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้สภาพผิวดังที่ ตามข้อกำหนดอ้างอิงจาก Chen et al. (2024) [13]

4.7 การประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัคร

หลังจากที่อาสาสมัครจำนวน 20 คน ใช้สูตรตำรับโลชันต่อเนื่องครบ 4 สัปดาห์แล้ว ได้ทำการประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประเมินความพึงพอใจ 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 5 = มากที่สุด, ระดับ 4 = มาก,

ระดับ 3 = ปานกลาง, ระดับ 2 = น้อย และระดับ 1 = น้อยที่สุด หัวข้อการประเมินประกอบด้วย สี กลิ่น ความเข้มข้นของ โลชัน เนื้อสัมผัส การซึมเข้าสู่ผิว ความไม่เหนอะหนะ ความนุ่ม/ความชุ่มชื้นของผิว การปรับผิวกระจ่างใส และความพึงพอใจโดยรวม

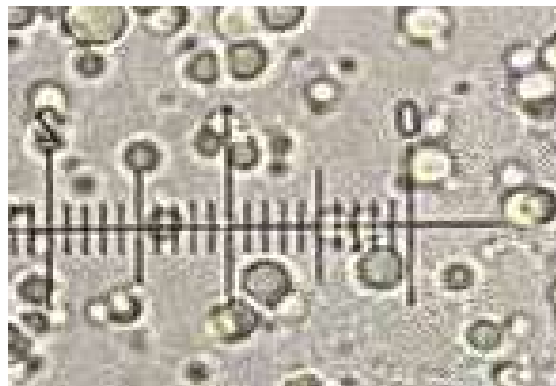
5. ผลการวิจัยและอภิปราย

การเตรียมสารสกัดเหง้าโพลโดยวิธีการแช่ (maceration) ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 เป็นระยะ 84 วัน เนื่องจาก จำเป็นต้องใช้เวลานาน เพราะหลักการคือให้ตัวทำละลายซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืชอย่างช้า ๆ เพื่อดึงสารออกฤทธิ์ออกมาทั้งหมด ผลพบว่าได้สารสกัดหยาบเท่ากับร้อยละ 7.21 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Li et al. (2019) [4] และ Wulansari et al. (2025) [6] ที่ใช้เอทานอลร้อยละ 95 เป็นตัวทำละลายในการสกัดเช่นเดียวกัน โดย Wulansari et al. (2025) [6] พัฒนาสูตร ครีมบำรุงผิวชนิดน้ำมันในน้ำที่มีสารสกัดเหง้าโพลร้อยละ 0.5 ได้เนื้อครีมมีสีเหลืองเข้มและมีกลิ่นโพลชัดเจน และค่า pH เท่ากับ 4.368 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ pH ที่เหมาะสมกับผิวในช่วง 4.5-6.5 ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้วิจัยจึงพัฒนาสูตรตำรับโลชันชนิด O/W ที่มีสารสกัดเหง้าโพลร้อยละ 0.2 เพื่อลดกลิ่นและสีของโพลในผลิตภัณฑ์

สูตรตำรับโลชันชนิดน้ำมันในน้ำถูกพัฒนาโดยใช้สารสกัดเหง้าโพลร้อยละ 0.2 ผสมกับส่วนประกอบพื้นฐานทั่วไป ได้แก่ cetyl alcohol ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด ช่วยประสานน้ำและน้ำมันให้เข้ากัน และทำหน้าที่เป็นแผ่นฟิล์ม บางๆ เคลือบผิวเพื่อกักเก็บความชุ่มชื้น สาร glycerin, butylene glycol, mineral oil, caprylic/capric triglyceride และ isopropyl myristate ทำหน้าที่เป็นสารให้ความนุ่มนวลและความชุ่มชื้นแก่ผิว stearic acid เพื่อช่วยในการเกิดอิมัลชันและเพิ่มความเสถียรของสูตร รวมถึงสารอิมัลซิฟายเออร์ ได้แก่ polysorbate-20 หรือ ceteareth-10 เพื่อให้ระบบอิมัลชันมีความ คงตัว นอกจากนี้ ยังเติมสารจับไอออนโลหะ EDTA-4Na สารลดการระคายเคือง ได้แก่ allantoin สารกันหืน ได้แก่ วิตามินอี และสารกันเสียเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

5.1 การทดสอบชนิดอิมัลชันแบบ O/W และวัดขนาดอนุภาค

โลชันชนิด O/W มีน้ำเป็นเฟสต่อเนื่อง (continuous phase) และน้ำมันอยู่ในรูปหยดเล็ก ๆ (droplets) กระจายตัว ภายในน้ำ เมื่อย้อมด้วยสารละลายเมทิลีนบลูซึ่งเป็นสีย้อมละลายน้ำ ผลพบว่าสีจะกระจายตัวสม่ำเสมอในเฟสต่อเนื่อง (น้ำ) ของโลชันชนิด O/W เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคภายใน (หยदन้ำมัน) ผลพบว่า หยदन้ำมันมี ขนาดอนุภาคเฉลี่ย เท่ากับ 3.33 ไมครอน กระจายตัวอยู่ในน้ำ ดังภาพที่ 1 ดังนั้นสูตรตำรับโลชันชนิด O/W ที่พัฒนานี้จัดเป็น แมคโครอิมัลชัน (macroemulsion) เนื่องจากอนุภาคมีขนาดมากกว่า 1 ไมครอน [14, 15]



ภาพที่ 1 ขนาดอนุภาคของโลชันชนิด O/W (ย้อมสี) ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงที่กำลังขยาย 1000×

5.2 การประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ

สูตรตำรับโลชั่นชนิด O/W เป็นชนิดแมคโครอิมัลชัน มีขนาดอนุภาคมากกว่า 1 ไมครอน ซึ่งขนาดอนุภาคจะมีผลต่อความเสถียรของอิมัลชัน ความรู้สึกสัมผัสผิว และการปลดปล่อยสารออกฤทธิ์ จากผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของโลชั่น (ตารางที่ 1) พบว่าโลชั่นที่มีสารสกัดเหง้าไพลร้อยละ 0.2 มีเนื้อสัมผัสเบา สีเหลืองอ่อน และมีกลิ่นเฉพาะของไพล ส่วนค่า pH เท่ากับ 6.26 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ pH ที่เหมาะสมกับผิวในช่วง 4.5-6.5 เทียบกับงานวิจัยของ Wulansari et al. (2025) [6] ได้พัฒนาครีมบำรุงผิวชนิด O/W ที่มีสารสกัดเหง้าไพลร้อยละ 0.5 เนื้อครีมมีสีเหลืองเข้มและมีกลิ่นไพลชัดเจน ค่า pH เท่ากับ 4.368 ทั้งนี้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดอิมัลซิฟายเออร์ สารกันเสีย และส่วนประกอบต่าง ๆ ในสูตร เป็นต้น รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดเหง้าไพล ซึ่งไพลมีกลุ่มสารสำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ [5] สามารถทำให้ค่า pH ลดลงเมื่อสารเหล่านั้นมีปริมาณสูง

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของโลชั่นชนิด O/W

การประเมิน	ที่อุณหภูมิห้อง	หลังเร่งด้วยการสลับอุณหภูมิต่ำและสูง
สี	สีเหลือง ($L^* = 82.27 \pm 0.40$, $a^* = -12.33 \pm 0.14$, $b^* = 56.50 \pm 1.55$)	สีเหลืองจางลง ($L^* = 83.47 \pm 0.17$, $a^* = -10.99 \pm 0.06$, $b^* = 45.56 \pm 1.05$)
กลิ่น	กลิ่นเฉพาะของไพล	กลิ่นเฉพาะของไพลเหมือนเดิม
เนื้อสัมผัส	เนื้อเนียน กึ่งครีมกึ่งเหลว เคลี่ยง่าย ไม่เหนอะหนะ ซึมเข้าสู่ผิวแล้วผิวนุ่ม	เนื้อสัมผัสเหมือนเดิม
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	โลชั่นเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีเม็ด	เนื้อเนียน เหลวมากขึ้นแต่ไม่แยกชั้น
ค่า pH	6.26	6.33
ค่าความหนืด (cP)	2198	2143

หมายเหตุ ค่า L^* แสดงความสว่าง โดยค่าที่สูงขึ้นหมายถึงสีสว่างมากขึ้น ค่า a^* แสดงแกนสีเขียว (ค่าลบ) ถึงสีแดง (ค่าบวก) และค่า b^* แสดงแกนสีน้ำเงิน (ค่าลบ) ถึงสีเหลือง (ค่าบวก)

5.3 การทดสอบความเสถียร

ผลการทดสอบความเสถียรด้วยการเร่งแรงโดยการเปลี่ยนอุณหภูมิต่ำและสูงสลับ 4 รอบ เพื่อประเมินความคงตัวของโลชั่นภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่แตกต่าง (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรตำรับที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าโลชั่นมีสีเหลืองจางลง โดยพิจารณาจากค่า L^* ที่เพิ่มขึ้นจาก 82.27 ± 0.40 เป็น 83.47 ± 0.17 และค่า b^* ที่ลดลงจาก 56.50 ± 1.55 เป็น 45.56 ± 1.05 โดยโลชั่นมีสีเหลืองจางลงอาจเกิดจากความไม่เสถียรของสารในกลุ่มเคอร์คิวมินอยด์ ซึ่งเป็นสารสีเหลือง [5] โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือถูกเร่งด้วยสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่าง

กลิ่นและเนื้อสัมผัสของโลชั่นยังคงเหมือนเดิม ขณะที่ ค่า pH เท่ากับ 6.33 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่าความหนืดลดลงจาก 2198 เป็น 2143 cP (ลดลงร้อยละ 2.5) ซึ่งถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าโลชั่นมีความเสถียรทางกายภาพที่ดีและไม่เกิดการแยกชั้นในระยะสั้น ทั้งนี้สูตรตำรับโลชั่นเป็นแมคโครอิมัลชันที่ไม่เสถียรเชิงอุณหพลศาสตร์ โดยอาจเกิดกระบวนการ Ostwald ripening ซึ่งเป็นการรวมตัวของหยดน้ำมันและนำไปสู่การแยกชั้นของน้ำมันเมื่อมีการเก็บรักษาในระยะยาวได้ [16]

5.4 การตรวจสอบความสามารถในการปรับผิวกระจ่างใสและการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว

หลังจากที่อาสาสมัครจำนวน 20 คน ใช้สูตรตำรับโลชั่นต่อเนื่องครบ 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 2) พบว่าค่าดัชนีเมลานิน (MI) เฉลี่ยลดลงจาก 255.97 ± 2.00 เป็น 244.30 ± 2.35 โดยมีการเปลี่ยนแปลง -11.67 หน่วย ($p < 0.05$) แสดงถึงการลดลงของปริมาณเมลานินในผิวและการเพิ่มขึ้นของความกระจ่างใสของผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับกลไกของสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านการอักเสบในโพลีไฮดรอกซีกรดช่วยลดกระบวนการสร้างเม็ดสี (melanogenesis) ทำให้ผิวดูสว่างขึ้น [4] ในขณะที่ค่าความชุ่มชื้นของผิว (AU) มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 33.70 ± 0.86 เป็น 48.07 ± 1.46 โดยมีการเปลี่ยนแปลง $+14.37$ หน่วย ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าสูตรตำรับโลชั่นมีประสิทธิภาพในการเสริมการเก็บกักน้ำของผิวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเกิดจากสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดการสลายโปรตีนและกรดไฮยาลูโรนิกในผิว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zeichner et al. (2024) [17] ได้พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมีกรดไฮยาลูโรนิก (hyaluronic acid) เป็นส่วนประกอบหลักและเสริมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารต้านอนุมูลอิสระช่วยลดการทำลายกรดไฮยาลูโรนิก สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บกักน้ำและลดการสูญเสียความชุ่มชื้นของผิวได้อย่างมีนัยสำคัญ

ทั้งนี้ค่าดัชนีเมลานินและค่าความชุ่มชื้นอาจมีความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (เช่น อุณหภูมิและความชื้นที่ไม่คงที่) ปัจจัยด้านสภาพผิวของอาสาสมัคร (เช่น ความมันหรือแห้งบนผิว) รวมถึงวิธีการใช้เครื่องมือ (เช่น การกดหัววัดแรงไม่สม่ำเสมอ) ดังนั้นจึงควรทำการทดลองเพิ่มเติมโดยควบคุมสภาพแวดล้อมให้คงที่ในการแต่ละครั้ง ใช้อาสาสมัครจำนวนที่มากขึ้น และทำการวัดซ้ำหลายครั้งเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบความสามารถในการปรับผิวกระจ่างใสและการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว

ค่าการวัด	ก่อนใช้ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	หลังใช้ครบ 4 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	การเปลี่ยนแปลง
ค่าดัชนีเมลานิน (MI)	255.97 ± 2.00	244.30 ± 2.35	-11.67^*
ค่าความชุ่มชื้น (AU)	33.70 ± 0.86	48.07 ± 1.46	$+14.37^*$

หมายเหตุ การวิเคราะห์เชิงสถิติใช้ paired t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ และเครื่องหมาย (*) หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.5 การประเมินความพึงพอใจของอาสาสมัคร

หลังการใช้สูตรตำรับโลชั่นครบ 4 สัปดาห์แล้ว อาสาสมัครจำนวน 20 คน ให้คะแนนความพึงพอใจต่อโลชั่นมีค่าเฉลี่ยของการประเมินอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย 4.08 ± 0.74) ดังตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาการประเมินแต่ละด้าน ได้แก่ สี กลิ่น ความเข้มข้นของโลชั่น เนื้อสัมผัส การซึมเข้าสู่ผิว ความไม่เหนอะหนะ และความนุ่ม/ความชุ่มชื้นของผิว พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.05 ± 0.99 ถึง 4.75 ± 0.44 แสดงให้เห็นว่าสูตรตำรับโลชั่นมีคุณสมบัติที่ตอบสนองต่อการใช้งานและความรู้สึกสบายผิวได้ดี อย่างไรก็ตาม คะแนนเฉลี่ยด้านการปรับผิวกระจ่างใสเท่ากับ 2.4 ± 0.68 แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ด้านความกระจ่างใสของผิวยังไม่เป็นที่พึงพอใจของอาสาสมัคร แต่คะแนนความพึงพอใจโดยรวม (3.50 ± 0.69) อยู่ในระดับค่อนข้างสูง จะเห็นว่าสูตรตำรับโลชั่นมีศักยภาพในการตอบสนองความต้องการด้านความชุ่มชื้นและคุณสมบัติทางกายภาพ แต่ยังคงต้องการปรับปรุงสูตรตำรับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับผิวกระจ่างใสให้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

หัวข้อประเมิน	คะแนนความพึงพอใจ $\pm$ SD	ระดับความพึงพอใจ*
สี	4.05 $\pm$ 0.99	ค่อนข้างสูง
กลิ่น	4.1 $\pm$ 0.93	ค่อนข้างสูง
ความเข้มข้นของเนื้อ	4.35 $\pm$ 0.68	ค่อนข้างสูง
เนื้อสัมผัส	4.3 $\pm$ 0.75	ค่อนข้างสูง
การซึมเข้าสู่ผิว	4.75 $\pm$ 0.44	สูงมาก
ความไม่เหนอะหนะ	4.6 $\pm$ 0.59	สูงมาก
ความนุ่ม/ชุ่มชื้นของผิว	4.65 $\pm$ 0.67	สูงมาก
การปรับผิวกระชับใส	2.4 $\pm$ 0.68	ค่อนข้างต่ำ
ความพึงพอใจโดยรวม	3.50 $\pm$ 0.69	ค่อนข้างสูง
เฉลี่ย	4.08 $\pm$ 0.74	ค่อนข้างสูง

หมายเหตุ * เกณฑ์แปลผลคะแนนความพึงพอใจ ดังนี้

ระดับ 5 (มากที่สุด) = คะแนนเฉลี่ย 4.50–5.00 คือ ความพึงพอใจอยู่ในระดับสูงมาก

ระดับ 4 (มาก) = คะแนนเฉลี่ย 3.50–4.49 คือ ความพึงพอใจอยู่ในระดับค่อนข้างสูง

ระดับ 3 (ปานกลาง) = คะแนนเฉลี่ย 2.50–3.49 คือ ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 (น้อย) = คะแนนเฉลี่ย 1.50–2.49 คือ ความพึงพอใจอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

ระดับ 1 (น้อยที่สุด) = คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.49 คือ ความพึงพอใจอยู่ในระดับต่ำมาก

6. บทสรุป

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสูตรตำรับโลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำ (O/W) ที่มีสารสกัดเหง้าไพลร้อยละ 0.2 มีศักยภาพช่วยปรับผิวให้กระชับใสและเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิว โดยผลการทดลองยืนยันจากค่าดัชนีเมลานินลดลงและค่าความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะเดียวกันอาสาสมัครส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ถึงแม้คะแนนด้านการปรับผิวกระชับใสยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามสูตรตำรับนี้จึงมีแนวโน้มที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิวที่มีประสิทธิภาพ แต่ควรมีการศึกษาต่อยอดเพื่อปรับปรุงสูตรและยืนยันประสิทธิภาพในกลุ่มประชากรที่กว้างขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาโดยใช้อาสาสมัครให้มีขนาดตัวอย่างมากขึ้นและใช้ช่วงอายุของอาสาสมัครที่กว้างขึ้น มีการแบ่งกลุ่มควบคุม (control group) และ placebo control เพื่อยืนยันได้อย่างชัดเจนว่าผลที่เกิดขึ้นมาจากสารสกัดไพลเพียงอย่างเดียวหรือไม่ และเพิ่มสูตรเปรียบเทียบเพื่อยืนยันบทบาทของไพลหรือมาจากเบสโลชั่น (mineral oil, glycerin, occlusive agents) ที่ให้ความชุ่มชื้นอยู่แล้ว

8. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Vanichpakdeedetcha, R. (n.d.). *Understanding skin, understanding acne*. Mahidol University.
<https://www.si.mahidol.ac.th/metc/met/th/images/exhibition/METex2022/Acne/causes.html> (In Thai)



- [2] Faculty of Pharmacy, Mahidol University. (n.d.). *Zincus: Extracts and medical benefits*. Mahidol University. <https://medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/zincus.html> (In Thai)
- [3] Manaprasersak, A., & Karpkird, T. (2020). Selectivity encapsulation of *Zingiber cassumunar* Roxb. oil by beta-cyclodextrin derivatives. *Materials Today: Proceedings*, 23(4), 659–665. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.12.255>
- [4] Li, M.-X., Bai, X., Ma, Y.-P., Zhang, H.-X., Nama, N., Pei, S.-J., & Du, Z.-Z. (2019). Cosmetic potentials of extracts and compounds from *Zingiber cassumunar* Roxb. rhizome. *Industrial Crops & Products*, 141, 111764. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111764>
- [5] Sanatombi, R., & Sanatombi, K. (2017). Biotechnology of *Zingiber montanum* (Koenig) Link ex A. Dietr.: A review. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 4, 1–4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.09.001>
- [6] Wulansari, E. D., Wulandari, S., Sari, F. M. P., & Ikasari, E. D. (2025). Antiaging cream of *Zingiber montanum* rhizome extract through in vitro inhibition activity of elastase and tyrosinase enzyme. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 17(3), 7–13. <https://dx.doi.org/10.22159/ijap.2025.v17s3.01>
- [7] Promsut, K., Sangtanoo, P., Saisavoey, T., Buakeaw, A., Boonserm, P., Reamtong, O., Karnchanatat, A., & Srimongkol, P. (2025). Mechanism and efficacy of a *Zingiber cassumunar*-derived peptide in tyrosinase inhibition and melanin suppression in B16F10 cells and zebrafish embryos. *Industrial Crops & Products*, 230, 121099–121110. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121099>
- [8] Sunintaboon, P., Pumduang, K., Vongsetskul, T., Pittayanurak, P., Anantachoke, N., Tuchinda, P., & Durand, A. (2012). One-step preparation of chitosan/sodium dodecyl sulfate-stabilized oil-in-water emulsion of *Zingiber cassumunar* Roxb. oil extract. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 414, 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2012.07.031>
- [9] Suksaeree, J., Charoenchai, L., Madaka, F., Monton, C., Sakunpak, A., Charoonratana, T., & Pichayakorn, W. (2015). *Zingiber cassumunar* blended patches for skin application: Formulation, physicochemical properties, and in vitro studies. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10, 341–349. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajps.2015.03.001>
- [10] Gawade, J., Khude, R., Bhosale, K., Bhenki, A., & Bendgude, R. R. (2024). A review on basics of pharmaceutical emulsion. *Journal of Research in Pharmaceutical Science*, 10(5), 24–32.
- [11] TN Cosmeceutical. (2024). *EP.18 Cosmetic product testing: Physical stability test*. TN Cosmeceutical Co., Ltd. <https://www.tnpoem.com/blog/7994/rampd-talk-นักวิจัยขอเล่าเรื่อง-ep18-การทดสอบผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง-ตอน-ทดสอบความคงตัวทางกายภาพ-stability-test-physical> (In Thai)
- [12] Sirilak Thongnuch. (2019). *Development of moisturizing product containing horse oil for post menopause women*. [Master's thesis]. Mae Fah Luang University. (In Thai) (In Thai)
- [13] Chen, D., Yin, S., Lu, X., Fu, H., Gao, H., & Zhang, S. (2024). Research on the correlation between skin elasticity evaluation parameters and age. *Cosmetics*, 11(6), 205–216. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11060205>



- [14] Kwanruedee Khonthap. (2019). *Preparation of microemulsion of licorice root extract in surfactant-free formulation*. [Master's thesis]. Rangsit University. (In Thai)
- [15] Wennerström, H., Söderman, O., Olsson, U., & Lindman, B. (1997). Macroemulsions versus microemulsions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 123–124, 13–26. [https://doi.org/10.1016/S0927-7757\(96\)03848-4](https://doi.org/10.1016/S0927-7757(96)03848-4)
- [16] Taylor, P. (1998). Ostwald ripening in emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*, 75(2), 107–163. [https://doi.org/10.1016/S0001-8686\(98\)00035-9](https://doi.org/10.1016/S0001-8686(98)00035-9)
- [17] Zeichner, J., Lain, E., Mariwalla, K., Bußmann, T., Weise, J. M., Maaß, E., Krüger, A., Schade, A.-K., Kirchner, F., & Zoe, D. (2024). Evaluation of antioxidants' ability to enhance hyaluronic-acid based topical moisturizers. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 17(3), 48–51.